

D3



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 37 990 A 1

51 Int. Cl. 7:
H 03 F 3/347
H 04 R 3/00
// H 04 R 19/01, 19/04

21 Aktenzeichen: 199 37 990.4
22 Anmeldetag: 11. 8. 1999
43 Offenlegungstag: 31. 5. 2000

DE 199 37 990 A 1

30 Unionspriorität:
10-329608 19. 11. 1998 JP
71 Anmelder:
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP
74 Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

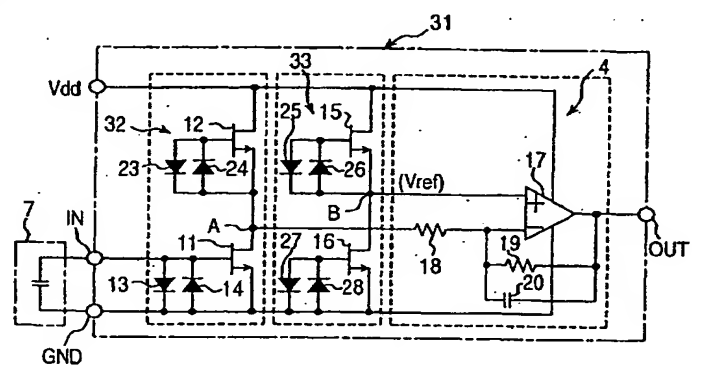
72 Erfinder:
Takeuchi, Takanobu, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Integrierte Halbleiterschaltung für ein Elektret-Mikrofon

57 Es ist eine integrierte Halbleiterschaltung offenbart, die eine Verstärkerschaltung (4) enthält, um eine Spannungsänderung zu verstärken, die eine Änderung in einem Kapazitätswert eines Kondensators in einem Elektret-Mikrofon (7) begleitet. Die integrierte Schaltung enthält eine Spannungsumsetzschaltung (2), um diese Spannungsänderung spannungsmäßig umzusetzen; einen Verstärker (4), um eine durch die Spannungsumsetzschaltung (2) umgesetzte Spannung zu verstärken; und eine Bezugs-Vorspannschaltung (3) zum Erzeugen einer Bezugs-Vorspannung und zum Ausgeben derselben an den Verstärker (4). Die Spannungsumsetzschaltung (2) arbeitet derart, daß der Mittelpunkt der Spannungsänderung einen Wert hat, der bei angenähert 1/2 der Gleichspannung liegt, die dem Verstärker (4) zugeführt wird.



DE 199 37 990 A 1

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine integrierte Halbleiterschaltung mit einer Spannungs-Umsetzschaltung und einer Vorspannschaltung, um aus einer Änderung in der Kapazität eines Kondensators eine Spannungsänderung zu erhalten, der beispielsweise in einem Elektret-Mikrofon verwendet wird.

2. Beschreibung des Standes der Technik

Fig. 7 ist ein Schaltungsdiagramm einer Spannungs-Umsetzschaltung gemäß dem Stand der Technik, um eine Spannungsänderung aus einer Änderung in der Kapazität eines Kondensators zu erhalten, wobei die Spannungs-Umsetzschaltung Teil einer Verstärkerschaltung ist. Wie in Fig. 7 gezeigt ist, umfaßt diese Verstärkerschaltung 100 eine Spannungs-Umsetzschaltung 101, einen Kopplungskondensator 102 und einen Verstärker 103. Ein Elektret-Mikrofon 105 (im folgenden Mikrofon genannt), bei dem die Kapazität eines Kondensators durch Schall-Wellen geändert werden, ist zwischen Masse oder Erde GND und dem Eingangsanschluß IN der Verstärkerschaltung 100 geschaltet.

Der Kondensator des Mikrofons 105 wird im voraus geladen und die Kapazität des Kondensators ändert sich mit den Schall-Wellen, die durch das Mikrofon 105 aufgenommen werden, wodurch die Ausgangsspannung des Mikrofons 105 veranlaßt wird, entsprechend der Kapazitätsänderung zu variieren. Es sei darauf hingewiesen, daß die Ausgangsspannung aus dem Mikrofon 105 an den Eingangsanschluß IN der Verstärkerschaltung 100 angelegt wird.

Die Spannungs-Umsetzschaltung 101 setzt die Spannung V_{in} , die dem Eingangsanschluß IN eingespeist wird, spannungsmäßig um und leitet die umgesetzte Spannung über den Kopplungskondensator 102 zu dem Verstärker 103. Der Verstärker 103 gibt dann die verstärkte Spannung über den Ausgangsanschluß OUT aus. Die Spannungs-Umsetzschaltung 101 verwendet einen n-Kanal FET 111 vom Verarmungstyp und einen Widerstand 112, um die Spannung V_{in} , die dem Eingangsanschluß IN zugeführt wird, spannungsmäßig umzusetzen. Der Knotenpunkt zwischen dem Gate-Anschluß und dem Source-Anschluß des FET 111 ist durch die Vorspannschaltung der Dioden 113 und 114 vorgespannt und die Spannung V_{gs} zwischen dem Gate-Anschluß und dem Source-Anschluß des FET 111 schwankt um 0 V. Der Drain-Strom I_d des FET 111 ist proportional zu dem Quadrat der Abschnürspannung V_p .

Die Beziehung zwischen der Abschnürspannung V_p und dem Drain-Strom I_{dss} , wenn die Gate-Source-Spannung V_{gs} gleich 0 V beträgt, kann aus der folgenden Gleichung (a) erhalten werden:

$$I_{dss} = \beta \times V_p^2 \quad (a)$$

worin β ein Koeffizient ist, der durch die Gate-Größe des FET 111 bestimmt ist.

Wenn die Änderung in der Spannung V_{in} , die aus der Kapazität des Kondensators des Mikrofons 105 resultiert, gleich ist ΔV_{in} kann die Änderung ΔI_d in dem Drain-Strom I_d des FET 111, verursacht durch ΔV_{in} , wenn $V_{gs} = 0$ ist, aus der folgenden Gleichung (b) erhalten werden.

$$\Delta I_d = -2 \times I_{dss} \times \Delta V_{in} / V_p \quad (b)$$

Die folgende Gleichung (c) kann daher aus den oben angegebenen Gleichungen (a) und (b) abgeleitet werden.

$$\Delta I_d = -2 \times \Delta V_{in} \times \beta \times V_p \quad (c)$$

Wenn der Widerstandswert des Widerstandes 112 gleich ist R , kann die Änderung ΔV_r in dem Spannungsabfall V_r aufgrund des Widerstandes 112, wenn eine Änderung ΔI_d in dem Drain-Strom I_d auftritt, aus der folgenden Gleichung (d) erhalten werden.

$$\Delta V_r = \Delta I_d \times R = -2 \times \Delta V_{in} \times \beta \times V_p \times R \quad (d)$$

Wenn $R = V_p / (-2 \times I_{dss})$, weiß man aus den oben angegebenen Gleichungen (b) und (d), daß $\Delta V_r = \Delta V_{in}$.

Wenn in bezug auf die Gleichstromeigenschaften der Spannungs-Umsetzschaltung 101 V_x das Potential an der Stelle X ist, so stellt V_x die Versorgungsspannung V_{dd} minus dem Spannungsabfall des Widerstandes 112 dar und kann, so wie in der Gleichung (e) gezeigt ist, ausgedrückt werden, wenn der Strom I_{dss} zu dem Widerstand 112 fließt.

$$V_x = V_{dd} - R \times I_{dss} = V_{dd} - R \times \beta \times V_p^2 \quad (e)$$

Wenn die Verstärkerschaltung 100 eine IC Vorrichtung ist, erzeugen jedoch Schwankungen während des Herstellungsprozesses Schwankungen in der Abschnürspannung V_p (pinchoff voltage) des FET 111.

Aus der Gleichung (d) weiß man, daß die Änderung ΔV_r in dem Spannungsabfall V_r proportional zu der Abschnürspannung V_p variiert und, als Ergebnis aus der Gleichung (e), daß das Potential V_x an der Stelle X variiert.

Variationen während des Herstellungsprozesses erzeugen auch Variationen oder Schwankungen in dem absoluten Wert des Widerstandswertes R des Widerstandes 112 und man weiß aus Gleichung (d), daß die Änderung ΔV_r in dem Spannungsabfall V_r proportional zu diesem Widerstandswert R variiert. Ferner besitzt der Widerstandswert R und der Koeffizient β auch eine Temperaturcharakteristik, die eine Variation oder Schwankung im Potential V_x an der Stelle X erzeugt.

Ein Problem bei dem oben beschriebenen Stand der Technik besteht somit darin, daß eine stabile Spannungsverstärkung und Ausgangsspannungsbereich in der Ausgangsspannung der Verstärkerschaltung 100 nicht erhalten werden kann.

Zusätzlich ist die Ausgangsspannung V_{out} von dem Ausgangsanschluß OUT sehr leicht oder schnell gesättigt und es kann kein großer Verstärkungsfaktor in dem Verstärker 103 erzielt werden und zwar aufgrund von Schwankungen im Potential V_x an der Stelle X. Es ist daher erforderlich, daß ein Kopplungskondensator 102 die Gleichstromkomponente der Ausgangsspannung von der Spannungsumsetzschaltung 101 abschneidet, und dann mit Hilfe des Verstärkers 103 eine Verstärkung vorgenommen wird. Jedoch kann die Ausgangsspannung aus der Spannungsumsetzschaltung 101 nicht gleichstrommäßig durch den Verstärker 103 verstärkt werden und es ist ein Kopplungskondensator 102 mit hohem Kapazitätswert erforderlich, was es schwierig macht, die Verstärkerschaltung 100 zu integrieren.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung ist daher auf eine integrierte Halbleiterschaltung abgestellt, die eine Verstärkerschaltung für ein Elektret-Mikrofon umfaßt, um die oben angegebenen Probleme zu lösen, und ist spezieller auf eine integrierte Halbleiterschaltung abgestellt, die eine Verstärkerschaltung

umfaßt, die in einer integrierten Halbleiterschaltung integriert werden kann, indem gepaarte FETs verwendet werden, die bei dem gleichen Herstellungsprozeß ausgebildet werden, um das Zentrum der Gleichstromeigenschaft einer Ausgangsspannung der Spannungsumsetzschaltung auf 1/2 der Versorgungsspannung zu begrenzen und um Schwankungen in der Ausgangsspannung aufgrund verschiedener oder vielfältiger Faktoren zu unterdrücken.

Um diese genannte Aufgabe zu lösen, umfaßt eine integrierte Halbleiterschaltung mit einer Verstärkerschaltung zum Verstärken einer Spannungsänderung, die eine Änderung in dem Kapazitätswert des Mikrofon-Kondensators begleitet, folgendes: Eine Spannungsumsetzschaltung, um diese Spannungsänderung spannungsmäßig umzusetzen; einen Verstärker zum Verstärken einer Spannung, die durch die Spannungsumsetzschaltung umgesetzt wurde; und eine Bezugs-Vorspannungsschaltung zum Erzeugen und zum Ausgeben einer Bezugs-Vorspannungsspannung an den Verstärker. Die Spannungsumsetzschaltung führt eine Spannungsumsetzung durch, so daß der Mittelpunkt der Spannungsänderung einen Wert hat von angenähert 1/2 der Gleichspannung, die dem Verstärker zugeführt wird.

In bezug auf die Gleichstromeigenschaft einer Spannungsumsetzschaltung, die in dieser Weise zusammengesetzt ist, beträgt die Ausgangsspannung der Spannungsumsetzschaltung 1/2 der Gleichstrom-Versorgungsspannung.

Das Ausgangssignal aus der Spannungsumsetzschaltung kann daher durch den Verstärker durch eine direkte Kopplung verstärkt werden, und es ist nicht erforderlich einen Kopplungskondensator vorzusehen. Der Verstärker und die Spannungsumsetzschaltung können daher in dem gleichen Chip vorgesehen sein, wodurch eine einfache Integration ermöglicht wird und Reduzierungen in der Größe vereinfacht werden.

Die Spannungsumsetzschaltung umfaßt ferner in bevorzugter Weise einen ersten FET zum Umsetzen einer Spannungsänderung in eine Drain-Stromänderung, und einen zweiten FET zum Umsetzen der Drain-Stromänderung des ersten FET in eine Spannung. In diesem Fall bestehen der erste und der zweite FET aus FETs vom Verarmungstyp, die bei dem gleichen Prozeß ausgebildet werden.

Indem man auf diese Weise einen spezifischen Typ des FET verwendet, können Schwankungen in der FET-Ausgangsspannung dadurch beseitigt werden, indem Schwankungen bei den Herstellungsprozessen und Temperatureigenschaften der FETs beseitigt werden. Es sei darauf hingewiesen, daß die Gate-Länge und die Gate-Breite der ersten und zweiten FETs in bevorzugter Weise die gleichen sind, da Schwankungen in den Herstellungsprozessen und den Temperatureigenschaften der FETs auf diese Weise zuverlässiger beseitigt werden können und Schwankungen in der FET-Ausgangsspannung dadurch beseitigt werden können.

Der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß des zweiten FET sind in bevorzugter Weise mit dem Drain des ersten FET verbunden. Die gleichen Vorteile und Vorzüge können in diesem Fall erzielt werden.

Ferner werden in weiter bevorzugter Weise Vorspannungsschaltungen der gleichen Konfiguration zwischen dem Gate-Anschluß und dem Source-Anschluß des ersten FET und des zweiten FET geschaltet. Indem in dieser Weise Vorspannungsschaltungen der gleichen Konfiguration verwendet werden, können Schwankungen in den Herstellungsprozessen und den Temperatureigenschaften der FETs zuverlässiger beseitigt werden und Schwankungen in der FET-Ausgangsspannung können, dadurch zuverlässiger beseitigt werden.

Die Spannungs-Umsetzschaltung umfaßt ferner in bevorzugter Weise einen Bezugsspannungsgenerator zum Erzeu-

gen einer spezifischen Bezugsspannung. Dieser Bezugsspannungsgenerator gibt diese Bezugsspannung an den Gate-Anschluß des zweiten FET aus, wodurch Schwankungen in den Herstellungsprozessen und den Temperatureigenschaften der FETs eliminiert werden und Ausgangsspannungsschwankungen beseitigt werden.

Die Bezugs-Vorspannungsschaltung umfaßt in bevorzugter Weise einen dritten FET, von dem der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß mit einem gemeinsamen Verbindungspunkt verbunden sind, und einen vierten FET, der mit dem dritten FET mit dem Gate-Anschluß und dem Source-Anschluß desselben in Reihe geschaltet ist, welcher mit einem gemeinsamen Verbindungspunkt verbunden ist. Der dritte und der vierte FET sind ebenfalls FETs vom Verarmungstyp, die bei dem gleichen Herstellungsprozeß ausgebildet werden, und sie führen in bevorzugter Weise zu einer Spannungsteilung der Gleichstrom-Versorgungsspannung, um eine Ausgangsgröße einer spezifischen Bezugs-Vorspannungsspannung zu generieren.

Indem somit die Bezugs-Vorspannungsschaltung mit einem dritten FET ausgeführt wird, der einen zusammengeschalteten Gate-Anschluß und Source-Anschluß besitzt, ein vierter FET in Reihe zu dem dritten FET und ähnlich geschaltet ist, der einen zusammengeschalteten Gate-Anschluß und Source-Anschluß besitzt, und indem der dritte und der vierte FET bei dem gleichen Prozeß hergestellt werden, können Schwankungen bei den Herstellungsprozessen und der Temperatureigenschaften der FETs auf diese Weise zuverlässiger beseitigt werden und es können Ausgangsspannungsspannungen dadurch zuverlässiger eliminiert werden.

Alternativ kann die Bezugs-Vorspannungsschaltung einen dritten FET umfassen mit einer Vorspannungsschaltung, die zwischen dem Gate-Anschluß und dem Source-Anschluß desselben geschaltet ist, und einen vierten FET umfassen, der in Reihe zu dem dritten FET und ähnlich geschaltet ist und eine Vorspannungsschaltung besitzt, die zwischen dem Gate-Anschluß und dem Source-Anschluß derselben geschaltet ist. Auch in diesem Fall sind der dritte und der vierte FET in bevorzugter Weise FETs vom Verarmungstyp, die bei dem gleichen Herstellungsprozeß hergestellt werden, und die eine Gleichstrom-Versorgungsspannung spannungsmäßig teilen, um eine Ausgangsgröße einer spezifischen Bezugsvorspannungs-Spannung zu erzeugen.

Indem somit die Bezugs-Vorspannungsschaltung mit in Reihe geschalteten dritten und vierten FETs ausgebildet wird, von denen jeder eine Vorspannungsschaltung besitzt, die identisch der Vorspannungsschaltung ist, die an dem ersten und dem zweiten FET angeordnet ist, welche zwischen dem Gate-Anschluß und dem Source-Anschluß desselben geschaltet sind, und indem beide in dem gleichen Prozeß hergestellt werden, können Schwankungen in den Herstellungsprozessen und den Temperatureigenschaften der FETs noch zuverlässiger beseitigt werden und es können Ausgangsspannungsschwankungen noch viel zuverlässiger eliminiert werden.

Weiter kann alternativ die Bezugs-Vorspannungsschaltung in bevorzugter Weise einen dritten FET mit einem zusammengeschalteten Gate-Anschluß und Source-Anschluß umfassen, und einen vierten FET umfassen, der in Reihe zu dem dritten FET geschaltet ist und eine Bezugsspannung hat, die durch den Bezugsspannungsgenerator erzeugt wird, und die dem Gate desselben eingespeist wird. Auch in diesem Fall bestehen der dritte und der vierte FET in bevorzugter Weise aus FETs vom Verarmungstyp, die bei dem gleichen Herstellungsprozeß hergestellt werden, und die die Gleichstrom-Versorgungsspannung spannungsmäßig teilen, um eine spezifische Bezugs-Vorspannungsspannung zu erzeugen.

gen und auszugeben. Schwankungen in den Herstellungsprozessen und den Temperatureigenschaften der FETs können so zuverlässiger beseitigt werden und es können Ausgangsspannungsschwankungen noch zuverlässiger eliminiert werden.

In noch weiter bevorzugter Weise wird der dritte FET bei dem gleichen Prozeß und mit der gleichen Gestalt des ersten FET hergestellt und der vierte FET wird in dem gleichen Prozeß und mit der gleichen Gestalt wie der zweite FET hergestellt. Spezieller gesagt werden der dritte FET und der erste FET bei dem gleichen Prozeß hergestellt, so daß sie gleiche Gestalt haben, und es wird der vierte FET und der zweite FET bei dem gleichen Prozeß hergestellt, so daß sie gleiche Gestalt haben. Als ein Ergebnis können Schwankungen in den Herstellungsprozessen und den Temperatureigenschaften der FETs noch zuverlässiger beseitigt werden und es können Ausgangsspannungsschwankungen dadurch noch zuverlässiger eliminiert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Andere Ziele und Vorteile in Verbindung mit einem vollständigeren Verständnis der Erfindung ergeben sich unter Bezugnahme auf die folgende Beschreibung und Ansprüche in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, in denen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind und in denen:

Fig. 1 ein Schaltungsdiagramm einer integrierten Halbleiterschaltung gemäß einer ersten Version der ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist;

Fig. 2 ein Schaltungsdiagramm einer integrierten Halbleiterschaltung gemäß einer zweiten Version der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

Fig. 3 ein Schaltungsdiagramm einer alternativen Version der ersten Version der ersten Ausführungsform ist, die in **Fig. 1** gezeigt ist;

Fig. 4 ein Schaltungsdiagramm einer alternativen Version der zweiten Version der ersten Ausführungsform ist, die in **Fig. 2** gezeigt ist;

Fig. 5 ein Schaltungsdiagramm einer integrierten Halbleiterschaltung gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

Fig. 6 ein Schaltungsdiagramm einer alternativen Version der zweiten Version der ersten Ausführungsform ist, die in **Fig. 5** gezeigt ist;

Fig. 7 ein Schaltungsdiagramm einer Spannungsumsetzschaltung ist, um eine Spannungsänderung, verursacht durch eine Änderung in dem Kondensator-Kapazitätswert nach dem Stand der Technik zu erhalten.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden im folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren beschrieben.

Erste Ausführungsform

Fig. 1 ist ein Schaltungsdiagramm einer integrierten Halbleiterschaltung gemäß einer ersten Version der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Diese bevorzugten Ausführungsform ist in **Fig. 1** gezeigt und zwar unter Verwendung einer als Beispiel dienenden Verstärkerschaltung, die eine Spannungsumsetzschaltung umfaßt, um eine Spannungsänderung zu erhalten, die durch eine Änderung in dem Kapazitätswert eines Kondensators in einem Elektret-Mikrofon induziert wird. Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, umfaßt diese Verstärkerschaltung 1 eine Span-

nungsumsetzschaltung 2, eine Bezugs-Vorspannungsschaltung 3 und einen Gleichstromverstärker 4.

Der Eingangsanschluß IN der Verstärkerschaltung 1 ist mit der Spannungsumsetzschaltung 2 verbunden. Der Ausgang 5 der Spannungsumsetzschaltung 2 ist mit einem Eingang des Gleichstromverstärkers 4 verbunden, und der Ausgang der Bezugs-Vorspannungsschaltung 3 ist mit dem anderen Eingang des Gleichstromverstärkers 4 verbunden. Der Ausgang des Gleichstromverstärkers 4 ist mit dem Ausgangs- 10 anschluß OUT der Verstärkerschaltung 1 verbunden. Ein Elektret-Mikrofon 7 (im folgenden einfach Mikrofon genannt), bei dem sich der Kapazitätswert eines Kondensators durch Schall-Wellen ändert, ist zwischen Masse oder Erde GND und dem Eingangsanschluß IN der Verstärkerschaltung 1 15 geschaltet.

Der Kondensator des Mikrofons 7 ist im voraus geladen und der Kapazitätswert des Kondensators ändert sich mit den Schall-Wellen, die durch das Mikrofon 7 aufgenommen werden, so daß bewirkt wird, daß sich die Ausgangsspannung des Mikrofons 7 entsprechend der Kapazitätsänderung verändert. Es sei darauf hingewiesen, daß die Ausgangs- 20 spannung aus dem Mikrofon 7 dem Eingangsanschluß IN der Verstärkerschaltung 1 als Eingangsspannung V_{in} angelegt wird.

Die Spannungsumsetzschaltung 2 setzt die Spannung V_{in} , die dem Eingangsanschluß IN eingegeben wird, spannungsmäßig um. Die umgesetzte Spannung wird dem Gleichstromverstärker 4 eingegeben, wird verstärkt und wird von dem Ausgangsanschluß OUT ausgegeben. Die Be- 30 zugs-Vorspannungsschaltung 3 erzeugt eine Bezugs-Vorspannung V_{ref} und gibt diese an den Verstärker 4 aus, und zwar für die Verwendung bei der Spannungsverstärkung.

Spezifischer gesagt setzt die Spannungsumsetzschaltung die Spannung V_{in} , die dem Eingangsanschluß IN einge- 35 speist wird, spannungsmäßig um und zwar mit Hilfe des n-Kanal-FET 11 und des FET 12, die aus FETs vom Verarmungstyp bestehen und die bei dem gleichen Prozeß hergestellt wurden und die gleichen Eigenschaften besitzen. Der Gate-Anschluß des FET 11 ist mit dem Eingangsanschluß IN verbunden; der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß 40 sind durch Dioden 13 und 14 vorgespannt, die eine Vorspannungsschaltung bilden; und der Source-Anschluß fällt auf Masse oder Erde GND. Die Spannung V_{gs} zwischen dem Gate-Anschluß und dem Source-Anschluß des FET 11 schwankt somit um 0 V. Der Drain-Anschluß des FET 12 ist mit dem Stromversorgungsanschluß V_{dd} verbunden, über den die Gleichspannung V_{dd} von einer externen Quelle her 45 zugeführt wird. Der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß des FET 12 sind miteinander verbunden und sind mit dem Drain-Anschluß des FET 11 bei einem Knotenpunkt A verbunden.

Die Bezugs-Vorspannungsschaltung 3 ist in ähnlicher Weise ausgebildet und besteht aus zwei n-Kanal FETs 15 und 16 vom Verarmungstyp. Der Gate-Anschluß und der Source- 55 Anschluß des FET 15 sind mit einem gemeinsamen Knotenpunkt verbunden, und der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß der FET 16 sind mit einem gemeinsamen Knotenpunkt verbunden. Der Drain-Anschluß des FET 15 ist mit dem Stromversorgungsanschluß V_{dd} verbunden, und der Gate-Source-Knotenpunkt ist mit dem Drain-Anschluß des FET 16 bei einem Knotenpunkt B verbunden. Der Gate-Source-Knotenpunkt des FET 16 ist mit Masse oder Erde GND verbunden.

Die FETs 15 und 12 werden in dem gleichen Prozeß in der gleichen Gestalt hergestellt, und die FETs 16 und 11 werden in dem gleichen Prozeß in der gleichen Gestalt hergestellt.

Der Gleichstromverstärker 4 besteht aus einem nicht invertierenden Verstärker, der einen Operationsverstärker

(opamp) 17 umfaßt. Der Knotenpunkt A der Spannungsumsetzschaltung 2 ist mit dem invertierenden Eingangsanschluß des opamp 17 über einen Widerstand 18 verbunden, und der Knotenpunkt B der Bezugs-Vorspannschaltung 3 ist mit dem nicht invertierenden Eingang des opamp 17 verbunden. Eine Parallelschaltung aus einem Widerstand 19 und einem Kondensator 20 ist zwischen den Ausgang und dem invertierenden Eingang des opamp 17 geschaltet und der Ausgang des opamp 17 ist mit dem Ausgangs-Anschluß OUT verbunden.

Der Drain-Strom I_d des FET 11 ist proportional dem Quadrat der Abschnürspannung (pinchoff voltage) V_p . Als ein Ergebnis kann die Beziehung zwischen der Abschnürspannung V_p und dem Drain-Strom I_{dss} aus der folgenden Gleichung (1) erhalten werden, wenn die Gate-Source-Spannung V_{gs} gleich ist 0 V:

$$I_{dss} = \beta_1 \times V_p^2 \quad (1)$$

worin β_1 ein Koeffizient ist, der durch die Gate-Größe des FET 11 bestimmt ist.

Es sei ferner angenommen, daß dann, wenn eine Änderung ΔV_{in} in der Spannung V_{in} auftritt, die aus einer Änderung in der Kapazität des Kondensators des Mikrofon 7 resultiert, eine Spannungsänderung ΔV_{in} an den Gate-Anschluß des FET 11 angelegt wird, wodurch eine Änderung ΔI_d in dem Drain-Strom I_d des FET 11 erzeugt wird. Wenn die Gate-Source-Spannung $V_{gs} = 0$ V beträgt, kann die Änderung ΔI_d in dem Drain-Strom I_d des FET 11, verursacht durch die Spannungsänderung ΔV_{in} , aus der folgenden Gleichung (2) erhalten werden.

$$\Delta I_d = -2 \times I_{dss} \times \Delta V_{in} / V_p \quad (2)$$

Die folgende Gleichung (3) kann daher aus den obigen Gleichungen (1) und (2) abgeleitet werden.

$$\Delta I_d = -2 \times \Delta V_{in} \times \beta_1 \times V_p$$

Es sei darauf hingewiesen, daß, da FET 12 und FET 11 in dem gleichen Prozeß hergestellt werden und die gleichen Eigenschaften bzw. Kennlinien besitzen, die Änderung in dem Drain-Strom I_d des FET 12 die gleiche ist wie die Änderung ΔI_d in dem Drain-Strom I_d des FET 11. Wenn die Gate-Source-Spannung $V_{gs} = 0$ V ist, ändert sich lediglich der Drain-Strom I_d und der FET 12 arbeitet als ein Einschalt-Widerstand (on resistor). Der Wert des Einschaltwiderstandes R_{12} kann aus der Gleichung (4) erhalten werden, wenn die Gate-Source-Spannung $V_{gs} = 0$ V in dem FET 12 ist:

$$R_{12} = 1/(\beta_2 \times V_p) \quad (4)$$

worin β_2 ein Koeffizient ist, der durch die Gate-Größe des FET 12 bestimmt ist, und V_p die Abschnürspannung des FET 12 ist.

Aus den oben angegebenen Gleichungen (3) und (4) kann die Spannungsänderung ΔV_d in der Drain-Source-Spannung V_d des FET 12 in bezug auf die Spannungsänderung ΔV_{in} in der Eingangsspannung V_{in} gemäß der folgenden Gleichung (5) abgeleitet werden.

$$\begin{aligned} \Delta V_d &= \Delta I_d \times R_{12} \\ &= -2 \times \Delta V_{in} \times \beta_1 \times V_p / (\beta_2 \times V_p) \\ &= -2 \times \Delta V_{in} \times \beta_1 / \beta_2 \quad (5) \end{aligned}$$

Aus der Gleichung (5) geht hervor, daß der Wert der Eingangs-Spannungsänderung ΔV_{in} zu der Änderung in der Kapazität des Mikrofon-Kondensators nach der Spannungs-

umsetzung durch die Spannungsumsetzschaltung 2 durch das Verhältnis zwischen den Koeffizienten β_1 und β_2 der FETs 11 und 12 bestimmt ist.

Indem daher das Paar FET 11 und 12 in dem gleichen Prozeß hergestellt wird und die gleiche Gestalt und Kennlinien haben, werden Schwankungen in dem Herstellungsprozeß und den Temperatureigenschaften beseitigt und eine Schwankung im Potential an dem Knotenpunkt A, d. h. der Ausgangsgröße der Spannungsumsetzschaltung 2 kann unterdrückt werden.

Indem man weiter in bezug auf die Gleichstromeigenschaft der Spannungsumsetzschaltung 2 sicherstellt, daß β_1 und β_2 gleich sind, d. h. die Gate-Länge und die Gate-Breite des FET 11 und des FET 12 sind gleich, wird die Drain-Source-Spannung in dem FET 11 und dem FET 12 die gleiche. Wenn daher das Potential an dem Knotenpunkt A gleich ist V_a , ergibt sich $V_a = V_{dd}/2$. Es ist daher offensichtlich, daß die Ausgangsspannung der Spannungsumsetzschaltung 2 um $V_{dd}/2$ schwankt.

Fig. 2 ist ein Schaltungsdiagramm eines weiteren Beispiels einer integrierten Halbleiterschaltung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Es sei darauf hingewiesen, daß diese bevorzugte Ausführungsform auch in Fig. 2 gezeigt ist und zwar unter Verwendung einer Verstärkerschaltung als Beispiel, die eine Spannungsumsetzschaltung umfaßt, um eine Spannungsänderung zu erhalten, die durch eine Änderung in dem Kapazitätswert eines Kondensators in dem Elektret-Mikrofon induziert wird.

Dieses Beispiel unterscheidet sich von der Version, die in Fig. 1 gezeigt ist, lediglich dadurch, daß eine Vorspannschaltung zwischen dem Gate-Anschluß und dem Source-Anschluß FET 11 geschaltet ist, wobei der Gate-Source-Anschluß des FET 12 in gleicher Weise durch Dioden 23 und 24 vorgespannt ist, der Gate-Source-Anschluß des FET 12 durch Dioden 25 und 26 vorgespannt ist; und der Gate-Source-Anschluß des FET 16 durch Dioden 27 und 28 vorgespannt ist.

Als ein Ergebnis können weitläufige Schwankungen in der Ausgangsspannung der Spannungsumsetzschaltung aufgrund von Prozeßschwankungen zuverlässiger verhindert werden und es kann die Präzision der Ausgangsspannung der Bezugs-Vorspannschaltung verbessert werden. Es sei ferner darauf hingewiesen, daß aufgrund der Hinzufügung der Dioden 23 bis 28 in Fig. 2 die Spannungsumsetzschaltung 2 in Fig. 1 als Spannungsumsetzschaltung 32 angezeigt ist, die Bezugs-Vorspannschaltung 3 als Bezugsvorspannschaltung 33 angegeben ist und die Verstärkerschaltung 1 als Verstärkerschaltung 31 angegeben ist.

Während ferner die FETs 11, 12, 15 und 16 in den Fig. 1 und 2 als n-Kanal FETs vom Verarmungstyp beschrieben wurden, ist die Erfindung nicht darauf beschränkt und es ist offensichtlich, daß p-Kanal-FETs vom Verarmungstyp alternativ verwendet werden können. In diesem Fall ist die Verstärkerschaltung 1 von Fig. 1 als Verstärkerschaltung 1a in Fig. 3 angezeigt, die Verstärkerschaltung 31 in Fig. 2 ist als Verstärkerschaltung 31a in Fig. 4 angezeigt usw.

Gemäß Fig. 3 umfaßt die Spannungsumsetzschaltung 2a p-Kanal-FETs 11a und 12a vom Verarmungstyp und Dioden 13 und 14. Die Bezugs-Vorspannschaltung 3a umfaßt p-Kanal-FETs 15a und 16a vom Verarmungstyp. Der Gleichstromverstärker 4 ist so wie in Fig. 1 gezeigt vorhanden.

Der Gate-Anschluß des FET 11a ist mit dem Eingangsanschluß IN verbunden; der Source-Anschluß ist mit dem Stromversorgungsanschluß V_{dd} verbunden; der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß sind durch Dioden 13 und 14 vorgespannt, welche eine Vorspannschaltung bilden. Der FET 12a ist in dem gleichen Prozeß wie der FET 11a hergestellt. Bei dem FET 12a ist der Drain-Anschluß nicht mit

Erde oder Masse GND verbunden; der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß sind zusammengeschaltet und mit dem Drain-Anschluß des FET 11a bei einem Knotenpunkt A verbunden.

Um auf die FETs 15a und 16a einzugehen, so ist der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß des FET 15a mit einem gemeinsamen Knotenpunkt verbunden, und der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß des FET 16a ist mit einem gemeinsamen Knotenpunkt verbunden. Der Drain-Anschluß des FET 15a ist mit Masse oder Erde GND verbunden und in der Gate-Source-Knotenpunkt ist mit dem Drain-Anschluß des FET 16a bei einem Knotenpunkt B verbunden. Der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß des FET 16a ist mit einem gemeinsamen Knotenpunkt verbunden, der mit dem Versorgungsanschluß Vdd verbunden ist.

Die FETs 15a und 12a werden in dem gleichen Prozeß und in der gleichen Gestalt hergestellt, und die FETs 16a und 11a werden in dem gleichen Prozeß und der gleichen Gestalt hergestellt.

Es sei darauf hingewiesen, daß das Arbeitsprinzip der Verstärkerschaltung 1a, die in Fig. 3 gezeigt ist, das gleiche ist wie dasjenige der Verstärkerschaltung 1, die in Fig. 1 gezeigt ist, und daß eine weitere Beschreibung derselben weiter unten somit weggelassen ist.

Das in Fig. 4 gezeigte Beispiel unterscheidet sich von der Version, die in Fig. 3 gezeigt ist, dahingehend, daß genauso wie eine Vorspannschaltung zwischen dem Gate-Anschluß und dem Source-Anschluß des FET 11a angeschlossen ist, der Gate-Source-Anschluß des FET 12a in gleicher Weise durch Dioden 23 und 24 vorgespannt ist; der Gate-Source-Anschluß des FET 15a durch Dioden 25 und 26 vorgespannt ist; und der Gate-Source-Anschluß des FET 16a durch Dioden 27 und 28 vorgespannt ist. Das Arbeitsprinzip der Verstärkerschaltungen, die in Fig. 4 und Fig. 2 gezeigt sind, ist das gleiche und eine weitere Beschreibung desselben wird weiter unten somit weggelassen.

Wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, wird dann, wenn die Spannungsumsetzschaltung der integrierten Halbleiterschaltung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung spannungsmäßig eine Eingangsspannungsänderung ΔV_{in} umsetzt, die aus einer Änderung in dem Kapazitätswert eines Mikrofon-Kondensators resultiert, diese Spannungsumsetzung unter Verwendung eines Paares von Verarmungs-FETs erreicht wird, die in dem gleichen Herstellungsprozeß mit gleicher Gestalt und Kennlinien ausgebildet wurden. Als ein Ergebnis wird die Gleichstromkennlinie der Spannungsumsetzschaltung durch eine Ausgangsspannung V_a der Spannungsumsetzschaltung registriert, die um $V_{dd}/2$ schwankt.

Es ist daher möglich, Schwankungen in den Herstellungsprozessen und den Temperatureigenschaften der FETs zu eliminieren und dadurch eine Schwankung in der Ausgangsspannung zu beseitigen.

Zusätzlich kann das Ausgangssignal aus der Spannungsumsetzschaltung in dem Gleichstromverstärker 4 durch eine Gleichstromkopplung verstärkt werden. Es ist daher nicht erforderlich einen Kopplungskondensator vorzusehen, und es kann die Verstärkerschaltung auf dem gleichen Chip wie die Spannungsumsetzschaltung ausgebildet werden, wodurch die Integration und Größenreduzierung vereinfacht wird.

Zweite Ausführungsform

Fig. 5 ist ein Schaltungsdiagramm einer integrierten Halbleiterschaltung gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Es sei darauf hingewiesen, daß diese bevorzugte Ausführungsform auch

lediglich als ein Beispiel einer Verstärkerschaltung gezeigt ist mit einer Spannungsumsetzschaltung, um eine Spannungsänderung zu erhalten, die durch eine Änderung in der Kapazität eines Kondensators in einem Mikrofon induziert wird.

Die in Fig. 5 gezeigte Verstärkerschaltung unterscheidet sich von derjenigen in Fig. 1 durch Hinzufügen von zwei Widerständen 45 und 46, um die Versorgungsspannung Vdd zu der Spannungsumsetzschaltung 2 spannungsmäßig zu teilen und um die in der Spannung geteilte Ausgangsgröße der Widerstände 45 und 46 den Gate-Anschlüssen des FET 12 und FET 15 zuzuführen. Die Spannungsumsetzschaltung 2, die in Fig. 1 gezeigt ist, ist daher als eine Spannungsumsetzschaltung 42 bezeichnet, die Bezugs-Vorspannschaltung 3 ist als Bezugs-Vorspannschaltung 43 angegeben, und die Verstärkerschaltung 1 ist als Verstärkerschaltung 41 angegeben.

Wie in Fig. 5 gezeigt ist, umfaßt diese Verstärkerschaltung 41 eine Spannungsumsetzschaltung 42, eine Bezugs-Vorspannschaltung 43 und einen Gleichstromverstärker 4.

Der Eingangsanschluß IN der Verstärkerschaltung 41 ist mit der Spannungsumsetzschaltung 42 verbunden. Der Ausgang der Spannungsumsetzschaltung 42 ist mit einem Eingang des Gleichstromverstärkers 4 verbunden, und der Ausgang der Bezugs-Vorspannschaltung 43 ist mit dem anderen Eingang des Gleichstromverstärkers 4 verbunden.

Die Spannungsumsetzschaltung 42 setzt die Spannung V_{in} spannungsmäßig um, welche dem Eingangsanschluß IN eingespeist wird. Die umgesetzte Spannung wird dem Gleichstromverstärker 4 eingespeist, wird verstärkt und wird von dem Ausgangsanschluß OUT ausgegeben. Die Bezugs-Vorspannschaltung 43 erzeugt eine Bezugs-Vorspannung V_{ref} und gibt diese an den Gleichstromverstärker 4 aus und zwar für die Verwendung bei der Spannungsverstärkung.

Die Spannungsumsetzschaltung 42 umfaßt FETs 11 und 12, Dioden 13 und 14, Widerstände 45 und 46, und führt eine spannungsmäßige Umsetzung der Spannung V_{in} , die dem Eingangsanschluß IN zugeführt wird, mit Hilfe des n-Kanal-FET 11 und FET 12 vom Verarmungstyp durch. Die Widerstände 45 und 46 sind in Reihe geschaltet und diese Reihenschaltung ist zwischen den Versorgungsanschluß Vdd und Masse oder Erde GND geschaltet. Der Drain-Anschluß des FET 12 ist mit dem Versorgungsanschluß Vdd verbunden, der Gate-Anschluß mit einem Knotenpunkt C zwischen dem Widerstand 45 und dem Widerstand 46, und der Source-Anschluß ist mit dem Drain-Anschluß des FET 11 bei dem Knotenpunkt A verbunden.

Die Bezugs-Vorspannschaltung 43 umfaßt zwei FETs 15 und 16, die oben beschrieben wurden. Der Drain-Anschluß des FET 15 ist mit dem Stromversorgungsanschluß Vdd verbunden, der Gate-Anschluß ist mit dem Knotenpunkt C zwischen den Widerständen 45 und 46 verbunden, und der Source-Anschluß ist mit dem Drain-Anschluß des FET 16 bei dem Knotenpunkt B verbunden. Der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß des FET 16 sind mit einem gemeinsamen Knotenpunkt verbunden, der nach Masse oder Erde GND führt.

In einer in dieser Weise zusammengesetzten Verstärkerschaltung 41 kann die Änderung ΔI_d in dem Drain-Strom I_d des FET 11, verursacht durch die Spannungsänderung ΔV_{in} , wenn die Gate-Source-Spannung $V_{gs} = 0$ V ist, aus der oben angegebenen Gleichung (3) erhalten werden. Die Änderung in dem Drain-Strom I_d des FET 12 ist die gleiche wie die Änderung ΔI_d in dem Drain-Strom I_d des FET 11.

Bei dem FET 12 besteht die Gate-Spannung aus der Spannung V_c des Knotenpunktes C, und die Gate-Source-Spannung V_{gs} variiert entsprechend der Änderung in dem Drain-

Strom I_d . Wenn die Änderung gleich ist ΔV_{gs} , kann die Änderung ΔI_d in dem Drain-Strom I_d des FET 12 aus der folgenden Gleichung (6) erhalten werden.

$$\Delta I_d = -2 \times DV_{gs} \times \beta_2 \times V_p \quad (6)$$

Die Spannungsänderung ΔV_{gs} in der Gate-Source-Spannung V_{gs} des FET 12 aufgrund der Spannungsänderung ΔV_{in} in der Eingangsspannung V_{in} kann daher aus den Gleichungen (3) und (6) abgeleitet werden, wie dies in der folgenden Gleichung (7) gezeigt ist.

$$\Delta V_{gs} = (\beta_1/\beta_2) \times \Delta V_{in} \quad (7)$$

Aufgrund der Änderung ΔV_a in der Spannung V_a des Knotenpunktes A, die gleich ist der Spannungsänderung ΔV_{gs} in der Gate-Source-Spannung V_{gs} des FET 12, ist es auch aus der Gleichung (7) bekannt, daß der Wert der Eingangsspannungsänderung ΔV_{in} zu der Änderung in dem Kapazitätswert des Mikrofon-Kondensators nach der Spannungsumsetzung durch die Spannungsumsetzschaltung 2 bestimmt ist durch das Verhältnis zwischen den Koeffizienten β_1 und β_2 der FETs 11 und 12.

Indem man daher den FET 11 und 12 als ein Paar ausbildet und zwar bei dem gleichen Prozeß, so daß diese die gleiche Gestalt und Kennlinien haben, werden Schwankungen in dem Herstellungsprozeß und der Temperatureigenschaften aufgehoben und es kann eine Schwankung in dem Potential an dem Knotenpunkt A, d. h. der Ausgangsgröße der Spannungsumsetzschaltung 42 unterdrückt werden. In bezug auf die Gleichstromeigenschaft der Spannungsumsetzschaltung 42 kann die Spannung V_a des Knotenpunktes A aus der Gleichung (8) erhalten werden.

$$V_a = V_c - V_{gs} \quad (8)$$

worin V_c die Spannung des Knotenpunktes C ist.

Die Gleichung (8) lehrt, daß durch Sicherstellen, daß der Widerstandswert der Widerstände 45 und 46 gleich groß ist, so daß $V_c = V_{dd}/2$, und daß β_1 und β_2 gleich sind, d. h. die Gate-Länge und die Gate-Breite des FET 11 und FET 12 gleich sind, $V_{gs} = 0$ ist und $V_a = V_{dd}/2$ ist. Als ein Ergebnis schwankt die Ausgangsspannung der Spannungsumsetzschaltung 42 um $V_{dd}/2$.

Wie oben ebenfalls festgehalten ist, ist die Erfindung, obwohl die FETs 11, 12, 15 und 16 in Fig. 5 als n-Kanal-FETs vom Verarmungstyp beschrieben sind, nicht darauf beschränkt und es ist offensichtlich, daß p-Kanal-FETs vom Verarmungstyp alternativ verwendet werden können. In diesem Fall ist die Verstärkerschaltung 41 in Fig. 5 als Verstärkerschaltung 41a in Fig. 6 angegeben usw. Gleiche Teile sind auch durch gleiche Bezugszeichen in Fig. 5 und Fig. 6 bezeichnet und eine weitere Beschreibung derselben ist unten weggelassen.

Gemäß Fig. 6 umfaßt die Spannungsumsetzschaltung 42a p-Kanal-FETs 11a, und 12a vom Verarmungstyp und Dioden 13 und 14. Die Bezugs-Vorspannungsschaltung 43a umfaßt p-Kanal-FETs 15a und 16a vom Verarmungstyp.

Der Gate-Anschluß des FET 11a ist mit dem Eingangsanschluß IN verbunden; der Source-Anschluß ist mit dem Stromversorgungsanschluß V_{dd} verbunden; der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß sind durch Dioden 13 und 14 vorgespannt, die eine Vorspannungsschaltung bilden. Bei dem FET 12a führt der Drain-Anschluß nach Masse oder Erde GND; der Gate-Anschluß ist mit dem Knotenpunkt C zwischen den Widerständen 45 und 46 verbunden; und der Source-Anschluß ist mit dem Drain-Anschluß des FET 11a bei dem Knotenpunkt A verbunden.

Der Drain-Anschluß des FET 15a ist mit Masse oder Erde GND verbunden, der Gate-Anschluß ist mit dem Knotenpunkt C zwischen den Widerständen 45 und 46 verbunden, und der Source-Anschluß ist mit dem Drain-Anschluß des FET 16a mit dem Knotenpunkt B verbunden. Der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß des FET 16a ist mit einem gemeinsamen Knotenpunkt verbunden und von diesem Knotenpunkt mit dem Versorgungsanschluß V_{dd} .

Es sei darauf hingewiesen, daß das Betriebsprinzip der Verstärkerschaltung, die in Fig. 5 und Fig. 6 gezeigt sind, das gleiche ist, und daß eine weitere Beschreibung desselben weiter unten weggelassen ist.

Es ist aus der vorangegangenen Beschreibung zu ersehen, daß dann, wenn die Spannungsumsetzschaltung der integrierten Halbleiterschaltung gemäß dieser zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Eingangs-Spannungsänderung ΔV_{in} spannungsmäßig umsetzt, die aus einer Änderung in dem Kapazitätswert eines Mikrofon-Kondensators resultiert, diese Spannungsumsetzung unter Verwendung eines Paares von Verarmungs-FETs erreicht wird, die mit der gleichen Gestalt und Kennlinien bei dem gleichen Herstellungsprozeß hergestellt sind. Als ein Ergebnis wird die Gleichstromkennlinie der Spannungsumsetzschaltung durch die Ausgangsspannung V_a der Spannungsumsetzschaltung wiedergegeben, die um $V_{dd}/2$ schwankt. Die Vorteile und Wirkungen dieser zweiten Ausführungsform sind daher die gleichen wie diejenigen der ersten Ausführungsform, die oben beschrieben sind und eine weitere Beschreibung desselben wird somit weiter unten weggelassen.

Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit bevorzugten Ausführungsformen derselben unter Hinweis auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben wurde, sei darauf hingewiesen, daß vielfältige Änderungen und Modifikationen für einen Fachmann offensichtlich sind. Solche Änderungen und Modifikationen fallen somit in den Rahmen der vorliegenden Erfindung, wie er durch die anhängenden Ansprüche festgelegt ist, wenn nicht eine Abweichung davon vorliegt.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Verstärkerschaltung
- 2 Spannungs-Umsetzschaltung
- 3 Bezugs-Vorspannungsschaltung
- 4 Gleichstromverstärker
- 7 Elektret-Mikrofon
- 11 FET
- 11a FET
- 12 FET
- 12a FET
- 13 Diode
- 14 Diode
- 15 n-Kanal-FET
- 15a n-Kanal-FET
- 16 n-Kanal-FET
- 16a n-Kanal-FET
- 17 Operationsverstärker
- 18 Widerstand
- 19 Widerstand
- 20 Kondensator
- 23 Diode
- 24 Diode
- 25 Diode
- 26 Diode
- 27 Diode
- 28 Diode
- 32 Spannungs-Umsetzschaltung
- 33 Bezugs-Vorspannungsschaltung

41 Verstärkerschaltung	
41a Verstärkerschaltung	
42 Spannungs-Umsetzschaltung	
43 Vorspannungsschaltung (Bezugs-Vorspannungsschaltung)	5
43a Vorspannungsschaltung (Bezugs-Vorspannungsschaltung)	
45 Widerstand	
46 Widerstand	
100 Verstärkerschaltung	10
101 Spannungs-Umsetzschaltung	
102 Kopplungskondensator	
103 Verstärker	
105 Elektret-Mikrofon	
111 FET	15
112 Widerstand	
A Knotenpunkt	
B Knotenpunkt	
C Knotenpunkt	
GND Erde	20
ID Strom (Drain-Strom)	
IN Eingangsanschluß	
OUT Ausgangsanschluß	
R Widerstandswert	
R12 Einschaltwiderstand	25
Vdd Versorgungsspannung	
Vgs Gate-Source-Spannung	
Vr Spannungsabfall	
Va Potential	
Vx Potential	30
X Stelle	
Δ Drain-Stromänderung	
ΔV_r Änderung im Spannungsabfall	
β Koeffizient	
β_1 Koeffizient	35
β_2 Koeffizient	

Patentansprüche

1. Integrierte Halbleiterschaltung zum Verstärken einer Ausgangsspannung eines Elektret-Mikrofons (7), wobei sich die Ausgangsspannung in Einklang mit einer Änderung in einem Kapazitätswert eines Kondensators ändert, der in dem Elektret-Mikrofon (7) enthalten ist, wobei die integrierte Halbleiterschaltung folgendes aufweist:
 - eine Spannungsumsetzschaltung (2), um die Ausgangsspannung spannungsmäßig umzusetzen, so daß ein Mittelpunkt einer Änderung in der Ausgangsspannung einen vorbestimmten Wert hat;
 - einen Verstärker (4) zum Verstärken einer Spannung, die durch die Spannungsumsetzschaltung (2) umgesetzt wurde; und
 - eine Bezugs-Vorspannschaltung (3) zum Erzeugen einer Bezugs-Vorspannschaltung und zum Ausgeben derselben an den Verstärker (4), wobei der genannte vorbestimmte Wert eine Gleichspannung ist, die dem Verstärker (4) zugeführt wird.
2. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 1, bei der die Spannungsumsetzschaltung (2) folgendes aufweist:
 - einen ersten FET (11) zum Umsetzen einer Spannungsänderung in eine Drain-Strom-Änderung, und
 - einen zweiten FET (12) zum Umsetzen der Drain-Strom-Änderung des ersten FET (11) in eine Spannung,
 wobei der erste und der zweite FET (11, 12) aus FETs vom Verarmungstyp bestehen, die zu einem gleichen

Herstellungsposten gehören.

3. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 2, bei der die Gate-Länge und die Gate-Breite des ersten und des zweiten FETs (11, 12) die gleichen sind.

4. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 2 oder 3, bei der der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß des zweiten FET (12) mit dem Drain-Anschluß des ersten FET (11) verbunden sind.

5. Integrierte Halbleiterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der eine Vorspannschaltung (13, 14) zwischen den Gate-Anschluß und den Source-Anschluß des ersten FET (11) geschaltet ist, und bei der eine Vorspannschaltung (23, 24) der gleichen Konfiguration zwischen den Gate-Anschluß und den Source-Anschluß des zweiten FET (12) geschaltet ist.

6. Integrierte Halbleiterschaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei der die Spannungsumsetzschaltung (2) eine eine Bezugsspannung erzeugende Schaltung (3) zum Erzeugen einer spezifischen Bezugsspannung aufweist, und die die Bezugsspannung erzeugende Schaltung (3) diese Bezugsspannung an den Gate-Anschluß des zweiten FET (12) ausgibt.

7. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 4, bei der die Bezugs-Vorspannschaltung (3) folgendes aufweist:

einen dritten FET (15), von dem der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß zusammengeschaltet sind, und

einen vierten FET (16), von dem der Gate-Anschluß und der Source-Anschluß zusammengeschaltet sind, und der zu dem dritten FET (15) in Reihe geschaltet ist; wobei der dritte und der vierte FET (15, 16) aus FETs vom Verarmungstyp bestehen, die zu dem gleichen Herstellungsposten gehören, und welche die Gleichstromversorgungsspannung aufteilen, um eine spezifische Bezugs-Vorspannschaltung zu erzeugen und auszugeben.

8. Integrierte Halbleiterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Bezugs-Vorspannschaltung (3) folgendes aufweist:

einen dritten FET (15) mit einer Vorspannschaltung (25, 26), die zwischen den Gate-Anschluß und den Source-Anschluß desselben geschaltet ist, und

einen vierten FET (16) mit einer Vorspannschaltung (27, 28), die zwischen den Gate-Anschluß und den Source-Anschluß desselben geschaltet ist, und der mit dem dritten FET (15) in Reihe geschaltet ist;

wobei der dritte und der vierte FET (15, 16) aus FETs vom Verarmungstyp bestehen, die zu dem gleichen Herstellungsposten gehören, und welche die Gleichstromversorgungsspannung aufteilen, um eine spezifische Bezugs-Vorspannschaltung zu erzeugen und auszugeben.

9. Integrierte Halbleiterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Bezugs-Vorspannschaltung (3) folgendes aufweist:

einen dritten FET (15) mit einem zusammengeschalteten Gate-Anschluß und Source-Anschluß, und einem vierten FET (16), der mit dem dritten FET (15) in Reihe geschaltet ist und eine Bezugsspannung besitzt, welche durch die Bezugsspannung erzeugende Schaltung (43) erzeugt wird, die dem Gate-Anschluß desselben zugeführt wird;

wobei der dritte und der vierte FET (15, 16) aus FETs vom Verarmungstyp bestehen und zu einem gleichen Herstellungsposten gehören und die Gleichstromversorgungsspannung aufteilen, um eine spezifische Bezugs-Vorspannschaltung zu erzeugen und auszugeben.

10. Integrierte Halbleiterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der dritte FET (15) und der erste FET (11) zu einem gleichen Herstellungsposten gehören und eine identische Gestalt haben, und bei der der vierte FET (16) und der zweite FET (12) zu einem gleichen Herstellungsposten gehören und eine identische Gestalt haben. 5

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 1

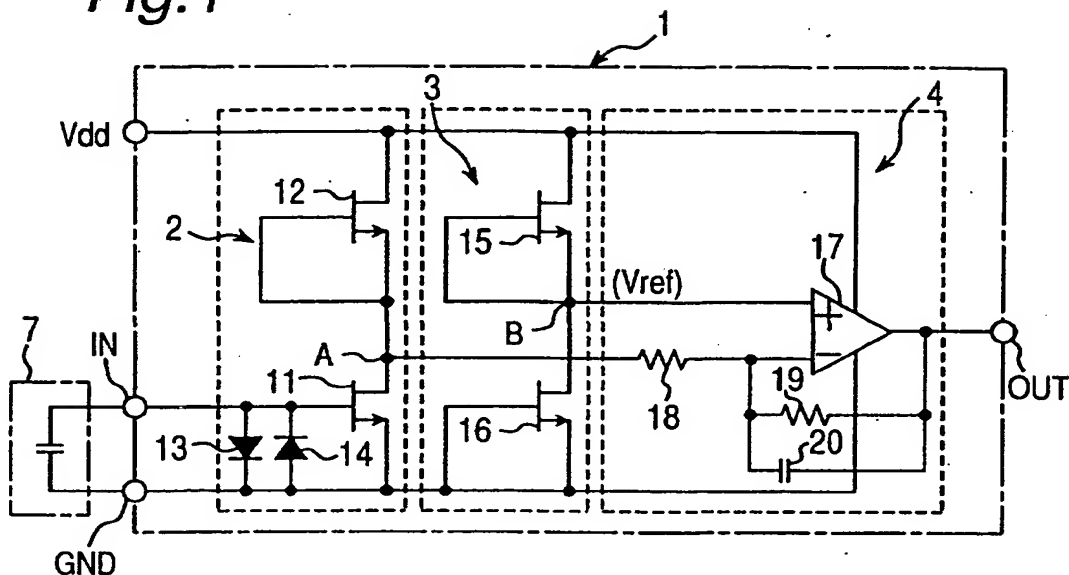
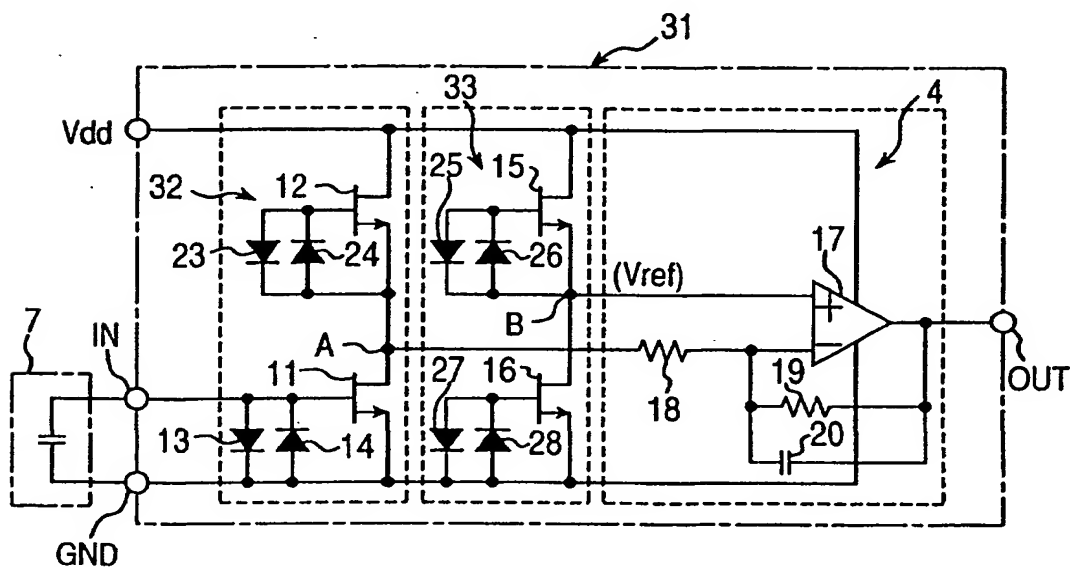


Fig.2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig.3

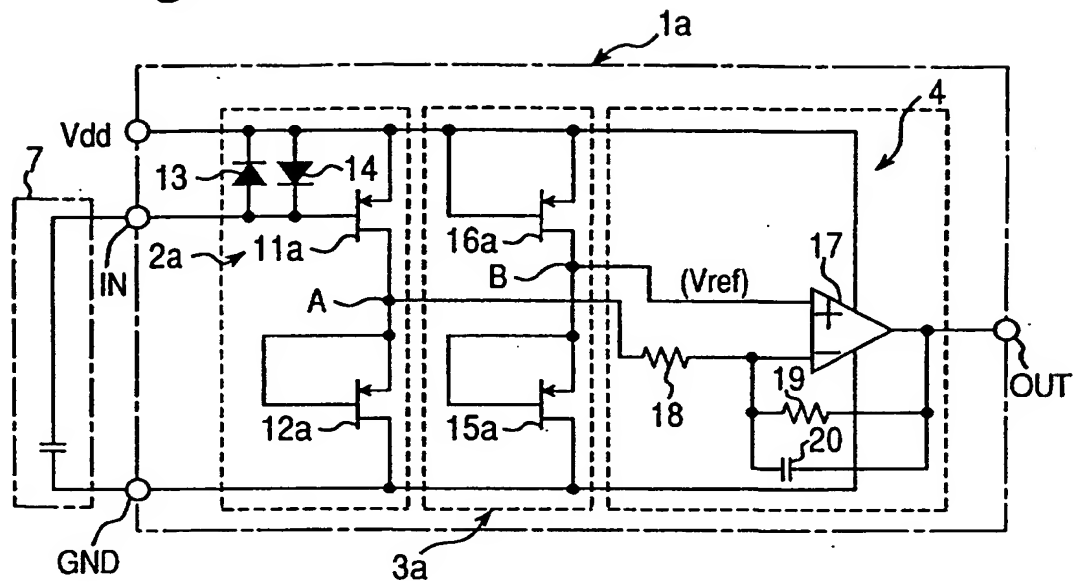
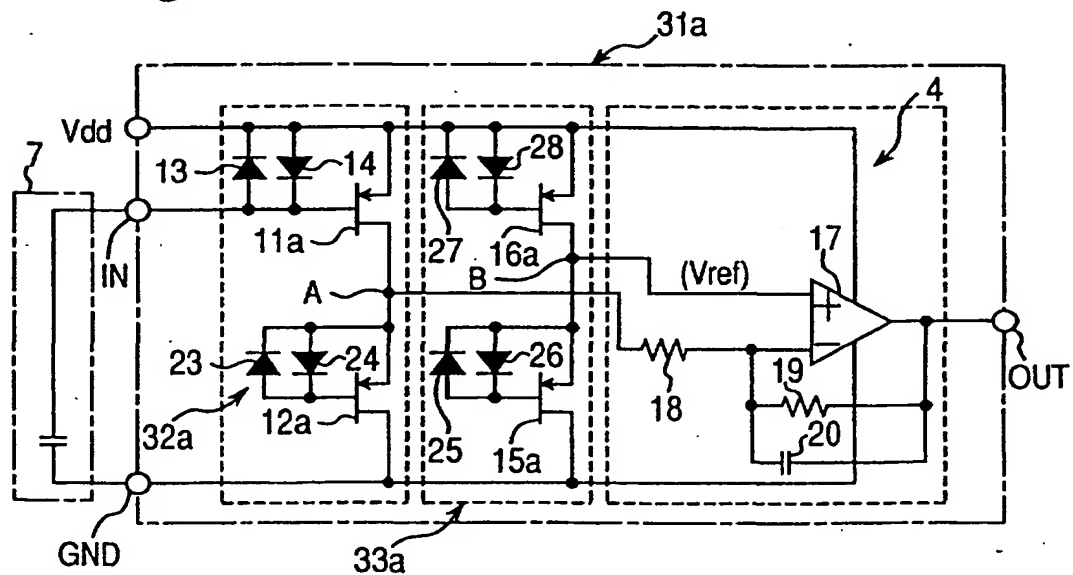


Fig.4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig.5

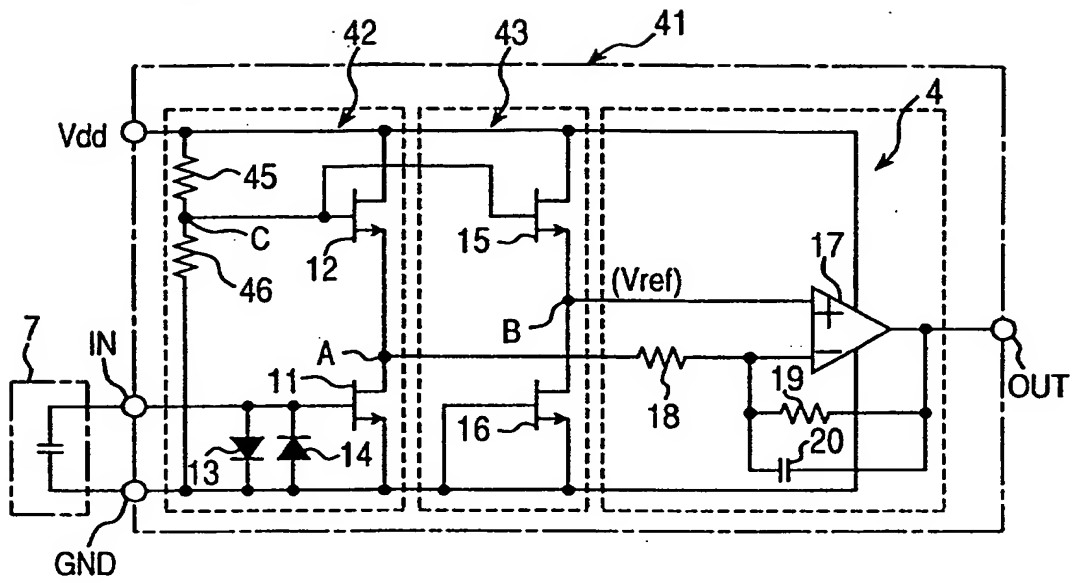
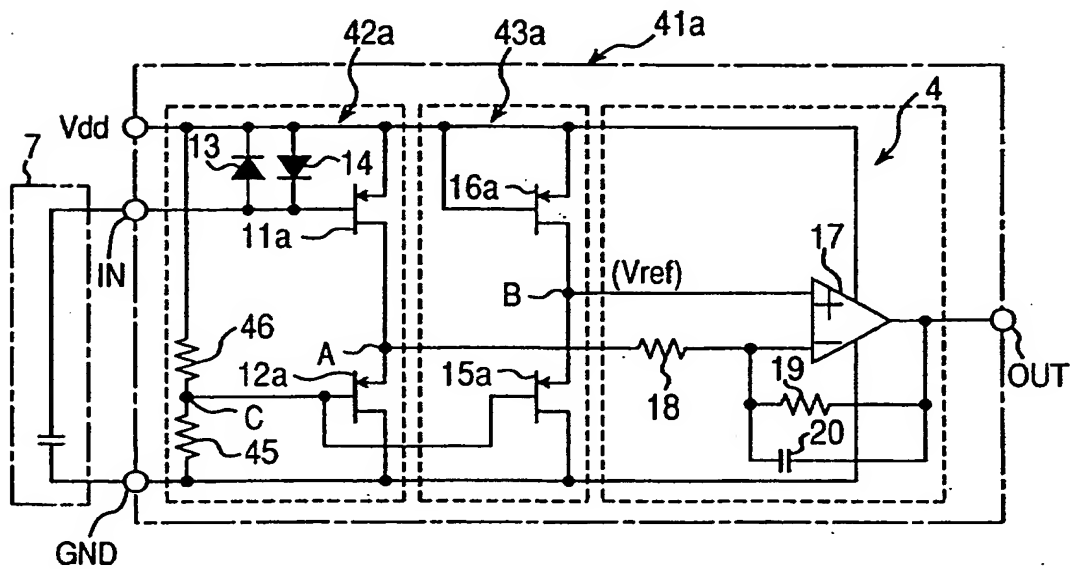
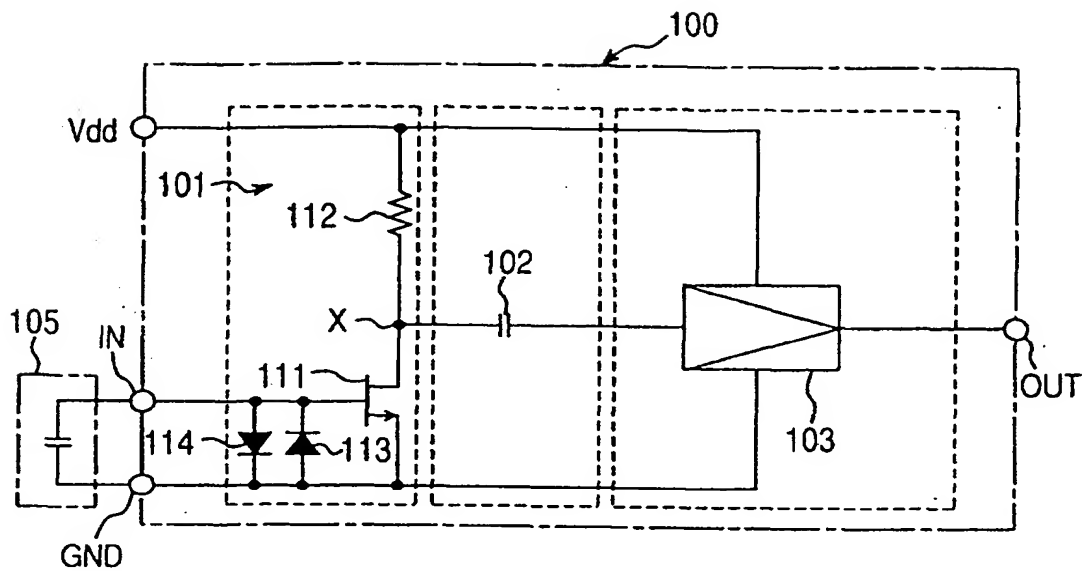


Fig.6



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig.7



THIS PAGE BLANK (USPTO)